

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10141374  
PUBLICATION DATE : 26-05-98

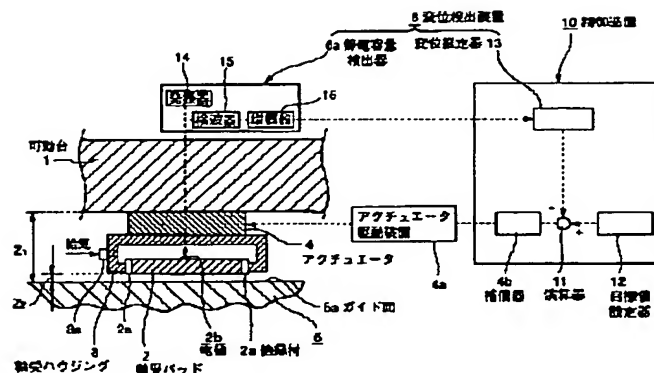
APPLICATION DATE : 06-11-96  
APPLICATION NUMBER : 08310194

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : TAKIZAWA NAOKI;

INT.CL. : F16C 32/06 B23Q 1/38 G03F 9/00  
H01L 21/68

TITLE : ACTIVE STATIC-PRESSURE BEARING  
DEVICE AND POSITIONING STAGE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the displacement of a movable base by the change of electrostatic capacity of a bearing clearance.

SOLUTION: A bearing pad 2 is formed of conductive material and held to a movable base 1 through an actuator 4 such as a laminated piezoelectric element. An oscillator 14 is connected to an electrode 2b on the bearing pad 2 to apply high frequency voltage between the bearing pad 2 and a guide face 5a, and the change of electrostatic capacity generated in association with the dimensional change of a bearing clearance is detected by a wave detector 15 and fed back to a control device 10 of the actuator 4. An expensive displacement sensor is omitted to contribute to the decrease of parts cost and the like and the miniaturization of a device.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-141374

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月26日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

F 1 6 C 32/06

B 2 3 Q 1/38

G 0 3 F 9/00

H 0 1 L 21/68

F 1 6 C 32/06

G 0 3 F 9/00

H 0 1 L 21/68

B 2 3 Q 1/26

C

K

E

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-310194

(22) 出願日

平成8年(1996)11月6日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 瀧澤 直樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

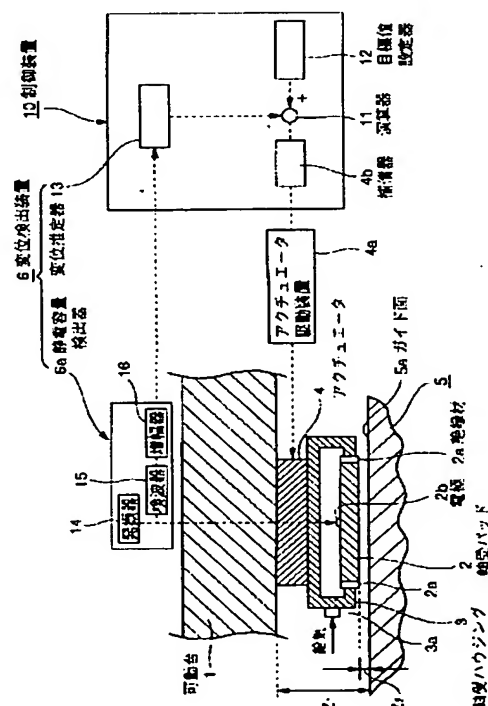
(74) 代理人 弁理士 阪本 善朗

(54) 【発明の名称】 能動静圧軸受装置および位置決めステージ

(57) 【要約】

【課題】 可動台の変位を軸受間隙の静電容量の変化によって検出する。

【解決手段】 軸受パッド2は、導電性材料によって作られており、積層圧電素子等のアクチュエータ4を介して可動台1に保持される。発振器14を軸受パッド2上の電極2bに接続してガイド面5aとの間に高周波電圧を印加し、軸受間隙の寸法変化に伴う静電容量の変化を検波器15によって検出して、アクチュエータ4の制御装置10にフィードバックする。高価な変位センサを省略することで、部品コスト等の低減や装置の小形化に貢献できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互に対向する第1および第2の対向部材と、前記第1の対向部材に伸縮自在なアクチュエータを介して保持された軸受パッドと、前記アクチュエータを伸縮させるための駆動手段と、前記第2の対向部材と前記軸受パッドの間の間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段と、その出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御装置を有する能動静圧軸受装置。

【請求項2】 軸受パッドが、導電性材料によって作られていることを特徴とする請求項1記載の能動静圧軸受装置。

【請求項3】 互に対向する第1および第2の対向部材と、前記第1の対向部材に伸縮自在なアクチュエータを介して保持された第1の軸受パッドと、前記アクチュエータを伸縮させるための駆動手段と、前記第1の対向部材に一体的に結合された第2の軸受パッドと、前記第2の対向部材と前記第2の軸受パッドの間の間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段と、その出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御装置を有する能動静圧軸受装置。

【請求項4】 第2の軸受パッドが、導電性材料によって作られていることを特徴とする請求項3記載の能動静圧軸受装置。

【請求項5】 アクチュエータが、積層型圧電素子を有することを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項記載の能動静圧軸受装置。

【請求項6】 請求項1ないし5いずれか1項記載の能動静圧軸受装置を有し、第1の対向部材が、第2の対向部材に沿って移動自在な可動台を構成していることを特徴とする位置決めステージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種工作機械のスライダや主軸あるいは半導体露光装置の位置決めステージ等に用いられる高精度で安定性の高い能動静圧軸受装置および位置決めステージに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、各種工作機械のスライダや主軸あるいは半導体露光装置の位置決めステージ等に用いられる静圧軸受装置は、位置精度の向上や位置決めの高速化等のために、より一層高精度でしかも安定性の高いものが望まれている。

【0003】そこで、外乱のためにスライダや位置決めステージの姿勢等が変化したときに、圧電素子等によって軸受パッドを変位させて前記外乱を相殺し、スライダや位置決めステージの姿勢等を迅速にもとの状態にもどす機能を備えたいいわゆる能動静圧軸受装置が開発された。このような能動静圧軸受装置は、外乱による位置決めステージ等の変位や振動を回避するとともに、軸受剛性をより一層強化して安定性を高めるのに極めて有効で

ある。

【0004】図4は一従来例による能動静圧軸受装置を示すもので、これは、工作機械等のスライダや半導体露光装置の位置決めステージ等の可動台101に保持された軸受パッド102を有し、該軸受パッド102を懸下する軸受ハウジング103は、積層型圧電素子からなるアクチュエータ104を介して可動台101に結合されている。

【0005】このようにアクチュエータ104を介して可動台101から懸下された軸受パッド102は、工作機械や半導体露光装置等の台盤の表面に形成されたガイド面105に対向して配設される。給気口103aから軸受ハウジング103を経て軸受パッド102に供給された圧縮流体は、軸受パッド102の図示下面からガイド面105に向かって噴出され、該圧縮流体の静圧によって、可動台101がガイド面105から浮上し、両者が非接触の状態に維持される。図示しないXY駆動装置等によって可動台101が駆動されると、可動台101はガイド面105に沿って非接触で移動する。このようにして、工作機械のスライダや、半導体露光装置の位置決めステージ上のウエハ等基板の位置決めが行なわれる。

【0006】外乱のために前記スライダや位置決めステージの姿勢等が変化したときは、これに伴って軸受パッド102に供給する圧縮流体の圧力を制御しないと軸受パッド102とガイド面105の間の軸受間隙を一定に保つことができず、可動台101の浮上量に変化する。そこで、外乱による可動台101の浮上量の変化を変位センサ106によって検出し、その出力を、図6に示すように、アクチュエータ駆動装置104aを制御する制御装置110にフィードバックする。アクチュエータ駆動装置104aは、アクチュエータ104の厚さを変化させることで、軸受パッド103をガイド面105に対して進退させて前記軸受間隙の寸法を調節する。このようにして、可動台101の浮上量の変化を回避する。

【0007】すなわち、アクチュエータ104は、変位センサ106の出力に基づいてその厚き方向に伸縮し、外乱による可動台101の変位を相殺する。

【0008】図4の装置における変位センサ106は可動台101に保持され、変位センサ106の検出端とガイド面105の離間距離を検出する公知の光電センサ等であるが、図5に示すように、ガイド面105に立設された支持体206aから変位センサ206を懸下し、その検出端と可動台101の頂面の離間距離を検出するように構成したものでよい。

【0009】図6に示すように、変位センサ106、206の出力は、アクチュエータ駆動装置104aを制御する制御装置110にフィードバックされる。制御装置110は、変位センサ106、206の出力を目標値設

定器113により設定された目標値と比較して可動台101の浮上量の変化を算出する演算器111を有し、その出力は、PID補償器等の調整器112によって安定化されてアクチュエータ駆動装置104aに導入され、アクチュエータ104を厚さ方向に伸縮させる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、外乱による可動台の変位を検出する変位センサには高分解能のものが必要であり、部品コストの高騰を招く。加えて、このような高分解能の変位センサは測定レンジが狭く、また、能動静圧軸受装置の軸受間隙は一般的に数 $\mu\text{m}$ と極めて小さいために、変位センサの組み付けや初期位置（取り付け位置）の調整が難しく、さらに、変位センサを組み込むために特殊な治具も必要であるから、装置の組立コストが高くなるという未解決の課題がある。また、変位センサを組み込むスペースのために装置全体が大型化するという不都合もある。

【0011】本発明は上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであり、外乱による可動台等の変位を検出するための高分解能の変位センサ等を必要とせず、部品コストや組立コストを大幅に低減できる能動静圧軸受装置および位置決めステージを提供することを目的とするものである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の能動静圧軸受装置は、互に対向する第1および第2の対向部材と、前記第1の対向部材に伸縮自在なアクチュエータを介して保持された軸受パッドと、前記アクチュエータを伸縮させるための駆動手段と、前記第2の対向部材と前記軸受パッドの間の間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段と、その出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御装置を有することを特徴とする。

【0013】また、互に対向する第1および第2の対向部材と、前記第1の対向部材に伸縮自在なアクチュエータを介して保持された第1の軸受パッドと、前記アクチュエータを伸縮させるための駆動手段と、前記第1の対向部材に一体的に結合された第2の軸受パッドと、前記第2の対向部材と前記第2の軸受パッドの間の間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段と、その出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御装置を有することを特徴とするものでもよい。

#### 【0014】

【作用】第1の対向部材は、軸受パッドから噴出される圧縮流体の静圧によって第2の対向部材から浮上する。外乱によって第1の対向部材の浮上量が変わると、これに伴って軸受パッドと第2の対向部材の間の間隙の寸法が変化する。軸受パッドと第2の対向部材の間に高周波電圧を印加しておき、その変化を検知することで、前記間隙の寸法変化に伴う静電容量の変化を検出し

て、アクチュエータを駆動する。

【0015】第1の対向部材の浮上量の変化をアクチュエータの伸縮によって相殺し、外乱による第1の対向部材の変位や姿勢の変化あるいは振動等を回避する。

【0016】軸受パッドを金属やグラファイトあるいはセラファイト等の導電性材料によって製作してこれに発振器の電極を接続し、第2の対向部材を接地して静電容量の変化を検出するように構成すれば、高分解能の変位センサ等を第1の対向部材に組み付ける必要はない。

【0017】高価で組み付け作業が複雑である変位センサを省略することで、部品コストと組立コストを大幅に低減できる。加えて、能動静圧軸受装置の小形化にも大きく貢献できる。このような能動静圧軸受装置を用いることで、露光装置の位置決めステージ等の小形化と低価格化を促進できる。

【0018】また、互に対向する第1および第2の対向部材と、前記第1の対向部材に伸縮自在なアクチュエータを介して保持された第1の軸受パッドと、前記アクチュエータを伸縮させるための駆動手段と、前記第1の対向部材に一体的に結合された第2の軸受パッドと、前記第2の対向部材と前記第2の軸受パッドの間の間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段と、その出力に基づいて前記駆動手段を制御する制御装置を有することを特徴とする能動静圧軸受装置であれば、アクチュエータを伸縮させる駆動手段が静電容量検出手段の出力によって影響を受けることのない開ループ制御となるため、極めて安定した信頼性の高い制御を行なうことができるという利点が付加される。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0020】図1は第1実施例による能動静圧軸受装置を示す模式断面図であって、これは、工作機械等のスライダや半導体製造のための露光装置の位置決めステージ等を構成する可動台（第1の対向部材）1に保持された軸受パッド2を有し、該軸受パッド2を懸下する軸受ハウジング3は、積層型圧電素子からなるアクチュエータ4を介して可動台1に結合されている。

【0021】このようにアクチュエータ4を介して可動台1の下面に懸下された軸受パッド2は、第2の対向部材である台盤5の表面に形成されたガイド面5aに対向して配設される。給気口3aから軸受ハウジング3を経て軸受パッド2に供給された圧縮流体は、軸受パッド2の図示下面からガイド面5aに向かって噴出され、該圧縮流体の静圧によって、可動台1がガイド面5aから浮上し、両者が非接触の状態に維持される。図示しないXY駆動装置等によって可動台1が駆動されると、可動台1はガイド面5aに沿って非接触で移動し、工作機械のスライダや半導体露光装置の位置決めステージ上のウエハ等基板の位置決めが行なわれる。

【0022】外乱のために前記スライダや位置決めステージの高さや姿勢等が変化したときは、これに伴って軸受パッド2に供給する圧縮流体の圧力を制御しないと軸受パッド2とガイド面5aの間の間隙である軸受間隙を一定に保つことができず、可動台1の浮上量に変化する。そこで、外乱による可動台1の浮上量の変化を変位検出装置6によって検出し、その出力を、駆動手段であるアクチュエータ駆動装置4aを制御する制御装置10にフィードバックする。アクチュエータ駆動装置4aは、アクチュエータ4の厚さを変化させることで、軸受パッド2をガイド面5aに対して進退させて前記軸受間隙の寸法を調節し、可動台1の浮上量の変化を相殺する。

【0023】すなわち、アクチュエータ4は、変位検出装置6の出力に基づいてその厚さ方向に伸縮し、外乱による可動台1の変位や姿勢の変化等を回避する。

【0024】軸受パッド2は導電性材料から作られており、絶縁材2aを介して軸受ハウジング3に結合される。変位検出装置6は、導電性を有する軸受パッド2と接地されたガイド面5aの間に高周波電圧を与えて、軸受パッド2とガイド面5aの間の軸受間隙の静電容量の変化を検出する静電容量検出手段である静電容量検出器6aと、その出力に基づいて軸受パッド2とガイド面5aの軸受間隙の寸法変化を検出する変位推定器13を有し、変位推定器13の出力を制御装置10の演算器11にフィードバックするように構成されている。

【0025】詳しく説明すると、静電容量検出器6aは、軸受パッド2に取り付けられた電極2bに高周波電圧を印加する発振器14と、印加された高周波電圧が軸受パッド2とガイド面5aの間の静電容量の変化によって変動するのを検知する検波器15と、その出力を増幅して変位推定器13に導入するための増幅器16を有し、変位推定器13は、検波器15の出力から以下のように軸受間隙の寸法変位を推定する。

【0026】一般的に一对の対向電極間の離間距離と静電容量の間には以下の関係が成立する。

$$【0027】c = \epsilon \cdot s / d \quad \dots \dots (1)$$

ここで、c：電極間の静電容量

d：電極間の離間距離

s：電極の対向面積

$\epsilon$ ：電極間の物質の誘電率

ガイド面5aとこれに対向する軸受パッド2の表面を一对の電極と考えて、両者の間に高周波電圧を印加し、静電容量の変化を静電容量検出器6aによって検出する。変位推定器13においては、予め設定された数式モデルあるいは予め実測によって得られた可動台1とガイド面5aの離間距離 $Z_1$ と軸受間隙 $Z_2$ の間の相関データから、軸受間隙の寸法変化すなわち可動台1の変位を式(1)に基づいて推定し、演算器11に導入する。

【0028】演算器11は、目標値設定器12に設定さ

れた目標値から軸受間隙の寸法変化を差し引いたものを補償器4bを経てアクチュエータ駆動装置4aに導入する。このようにしてアクチュエータ4の駆動量を制御し、可動台1とガイド面5aの離間距離 $Z_1$ を一定に保つ。

【0029】変位検出装置6は、軸受パッド2とガイド面5aの間の静電容量の変化から軸受間隙の寸法変化を検出するものであるため、従来例のように可動台に高分解能の変位センサを取り付けて可動台の変位を検出するものに比べて、計測誤差が少ないうえに、変位センサの設置スペースが不必要であり、位置決めステージ等の小形化を大幅に促進できる。また、高価な変位センサが不要であるから部品コストが大幅に低減され、数mmの狭い軸受間隙に変位センサを組み付ける細かな作業を省略することで、位置決めステージ等の組立工程を簡単にし、組立コストを低減できる。

【0030】なお、軸受パッドの材料としては、各種金属、グラファイト、セラファイト等の導電性材料を用いるのが望ましい。また、可動台と軸受パッドの間に介在させるアクチュエータは、本実施例の積層圧電素子に限定されることなく、ボイスコイルモータ等でもよい。

【0031】図2は、第2実施例による能動静圧軸受装置を示すもので、これは、第1実施例の軸受パッド2に直接電極2bを取り付けて軸受間隙の静電容量の変化を検出する変位検出装置6に替えて、軸受パッド2と同様の第2の軸受パッド22を可動台1に直付けして、第2の軸受パッド22とガイド面5aの軸受間隙の静電容量の変化を静電容量検出器26aによって検出し、その出力を制御装置20内の変位推定器に導入して可動台1の変位を検出する変位検出装置26を設けたものである。第1の軸受パッド2、軸受ハウジング3、アクチュエータ4、ガイド面5a等は第1実施例と同様であるから同一符号で表わし、説明は省略する。

【0032】軸受パッド22は、金属、グラファイト、セラファイト等の導電性材料によって作られており、絶縁材22aを介して軸受ハウジング23に保持され、軸受ハウジング23は可動台1に直接固着されている。軸受ハウジング23に設けられた給気口23aから供給される圧縮流体は、軸受パッド22からガイド面5aに向かって噴出され、第1の軸受パッド2と同様の静圧を発生させる。

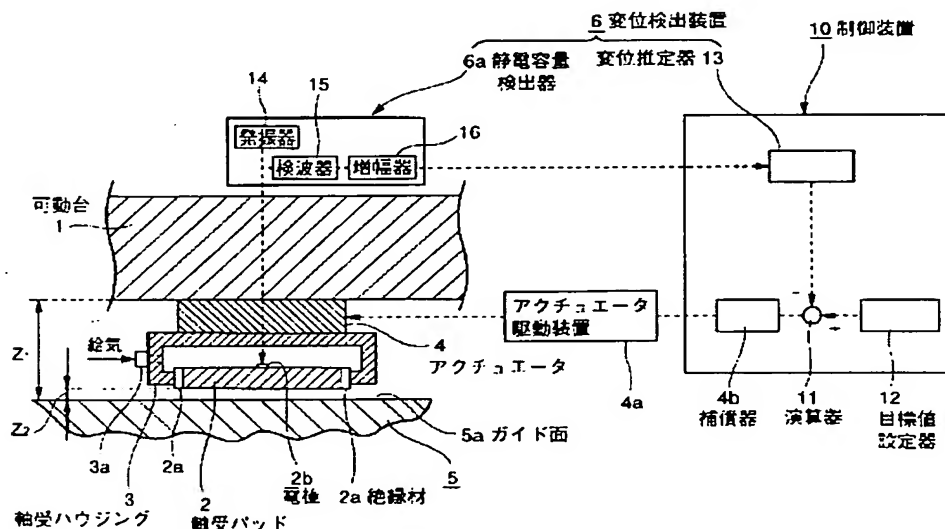
【0033】静電容量検出器26aは、第2の軸受パッド22に取り付けられた電極22bに接続された発振器34と、検波器35と、増幅器36を有し、第1実施例の静電容量検出器6aと同様に、電極22bを介して軸受パッド22とガイド面5aの軸受間隙に高周波電圧を印加し、検波器35によって軸受間隙の静電容量の変化を検出し、増幅器36を経て制御装置20内の変位推定器に導入する。変位推定器の出力は、制御装置20内の演算器に導入され、ここで目標値との差が算出される。



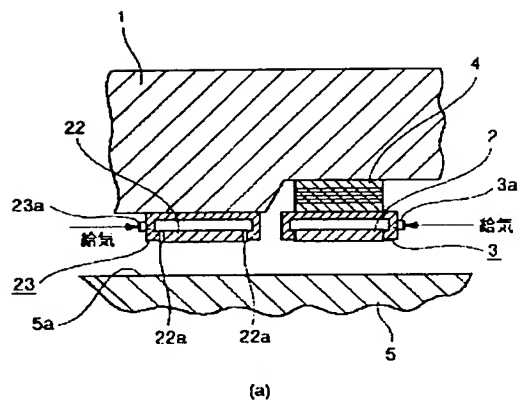
【0037】外乱による可動台等の変位を検出するための高分解能の変位センサ等を必要とせず、部品コストや組立コストの低減と装置の小形化に大きく貢献できる。

- 1 可動台
- 2, 22 軸受パッド
- 2b, 22b 電極
- 3, 23 軸受ハウジング
- 4 アクチュエータ
- 5a ガイド面
- 6, 26 変位検出装置
- 6a, 26a 静電容量検出器
- 10, 20 制御装置

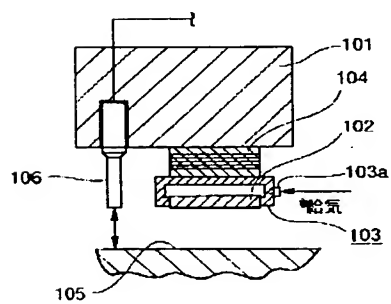
【図 1】



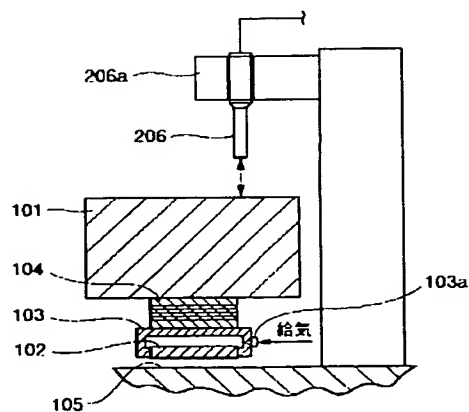
【図3】



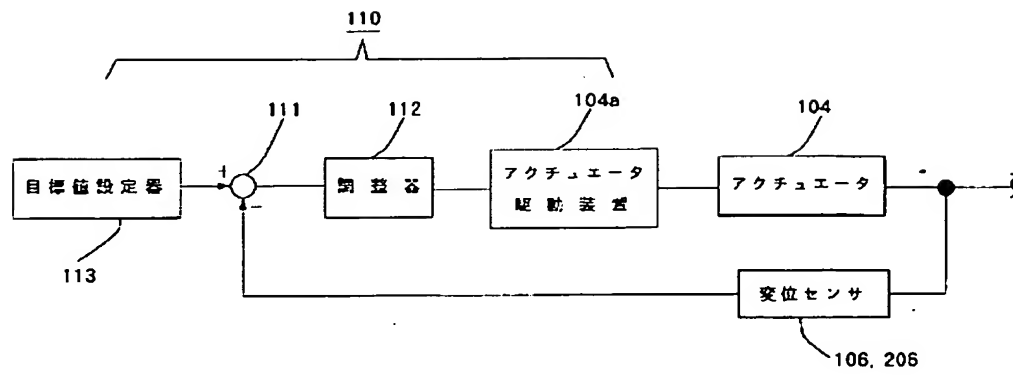
【图4】



【図5】



【図6】



This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)